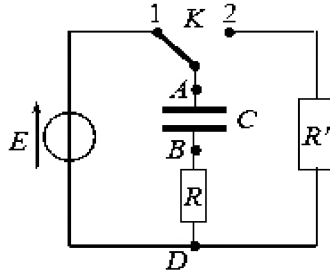


## الظواهر الكهربائية

## الوحدة 3

## التمرين 01 :



تحقق التركيب الكهربائي التجريبي المبين في الشكل المقابل باستعمال التجهيز :

- مكثفة سعتها ( C ) غير مشحونة .
- ناقلين أوميين مقاومتهما (  $R = R' = 470\Omega$  ) .
- مولد ذي توتر ثابت ( E ) .
- بادلة ( K ) , أسلاك توصيل .

1- نضع البادلة عند الوضع (1) في اللحظة (  $t = 0$  )

أ/ بين على الشكل جهة التيار الكهربائي المار في الدارة ثم مثل بلاسهم التوترين  $u_C$  ;  $u_R$

ب/ عبر عن  $u_C$  و  $u_R$  بدلالة شحنة المكثفة  $q = q_A$  ثم أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة q .

ج/ تقبل هذه المعادلة حلا من الشكل :  $q(t) = A(1 - e^{-\alpha t})$  عبر عن A و  $\alpha$  بدلالة C , E , R .

د/ إذا كانت قيمة التوتر الكهربائي عند نهاية الشحن بين طرفي المكثفة ( 5 V ) استنتج قيمة E .

هـ/ عندما تشحن المكثفة كلياً , تخزن طاقة (  $E_c = 5mJ$  ) . استنتج سعة المكثفة ( C ) .

2- نجعل البادلة الآن عند الوضع (2)

أ/ ماذا يحدث للمكثفة ؟ ب/ قارن بين قيمتي ثابت الزمن الموافق للوضعين (1) ثم (2) للبادلة (K) .

## التمرين 02 :

تتكون الدارة الكهربائية المبينة في الشكل - 1 - من العناصر التالية موصولة على التسلسل :

مولد كهربائي توتره ثابت  $E = 6V$  مكثفة سعتها  $C = 1.2 \mu F$  ناقل أومي مقاومته  $R = 5 K \Omega$  نغلق القاطعة

1 - بتطبيق قانون جمع التوترات أوجد المعادلة التفاضلية التي تربط :  $u_C(t)$  ,  $C$  ,  $E$  ,  $R$  ,  $\frac{du_C(t)}{dt}$

2 - تحقق إن كانت المعادلة التفاضلية المحصل عليها تقبل العبارة :  $u_C = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$  كحل لها.

3- حدد وحدة المقدار RC ; مدلوله العملي بالنسبة للدارة الكهربائية /أذكر اسمه.

4- احسب قيمة التوتر الكهربائي  $u_C(t)$  في اللحظات المدونة في الجدول التالي :

t (ms)	0	6	12	24
$u_C(t)$ (V)				

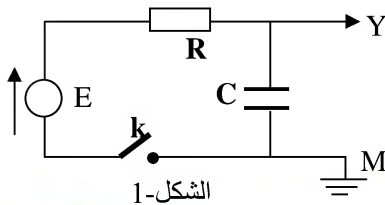
5- ارسم المنحنى البياني  $u_C(t) = f(t)$  .

6- اوجد العبارة الحرفية للشدة للحضية للتيار الكهربائي  $i(t)$  بدلالة C, R, E ثم احسب قيمتها في اللحظتين: (  $t = 0$  ) و (  $t \rightarrow \infty$  )

7- اكتب عبارة الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثفة , احسب قيمتها عندما (  $t \rightarrow \infty$  ) .

## التمرين 03 :

قصد شحن مكثفة مفرغة، سعتها ( C ) ، نربطها على التسلسل مع العناصر الكهربائية التالية :



الشكل-1

- مولد كهربائي ذو توتر ثابت  $E = 3V$  مقاومته الداخلية مهملة.

- ناقل أومي مقاومته  $R = 10^4 \Omega$  .

- قاطعة K

لإظهار التطور الزمني للتوتر الكهربائي  $u_C(t)$  بين طرفي المكثفة.

نصلها براسم إهتزاز مهبطي ذي ذاكرة . (الشكل-1)

نغلق القاطعة K في اللحظة  $t = 0$  فنشاهد على شاشة راسم الإهتزاز المهبطي

المنحنى  $u_C(t)$  الممثل في الشكل-2

1- ماهي شدة التيار الكهربائي المار في الدارة بعد مدة  $\Delta t = 15s$  من غلقها؟

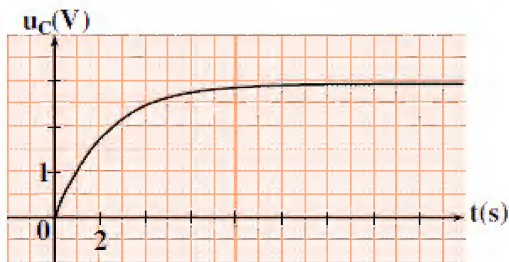
2- أعط عبارة الحرفية لثابت الزمن  $\tau$  وبين أن له نفس وحدة قياس الزمن .

3- عين بياناً قيمة  $\tau$  وإستنتج السعة ( C ) للمكثفة.

4- بعد غلق القاطعة (في اللحظة  $t = 0$ ) :

أ/ أكتب عبارة شدة التيار الكهربائي  $i(t)$  المار في الدارة بدلالة  $q(t)$  شحنة المكثفة .

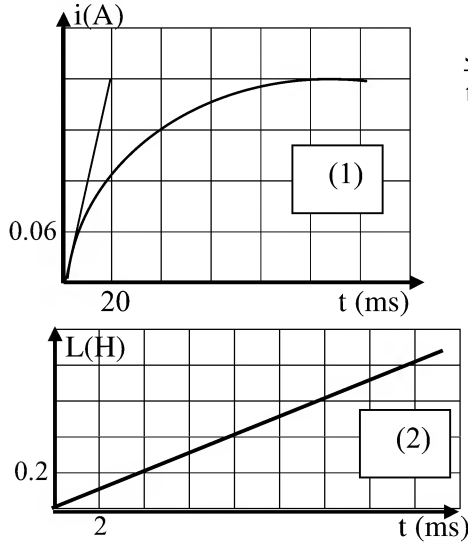
ب/ أكتب عبارة التوتر الكهربائي  $u_C(t)$  بين لبوسي المكثفة بدلالة الشحنة  $q(t)$  .



الشكل 2

ج/ بين أن المعادلة التفاضلية التي تعبر عن  $u_c(t)$  تعطى بالعلاقة :  $u_c + RC \frac{du_c}{dt} = E$

5- يعطى حل المعادلة السابقة بالعلاقة  $u_c(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$ . إستنتج العبارة الحرفية للثابت  $\tau$ . وما مدلوله الفيزيائي؟



#### التمرين 04 :

1- دائرة كهربائية تضم على التسلسل وشيعة وناقل أومي مقاومته  $R = 35 \Omega$  مولد توتر مستمر قوته المحركة الكهربائية  $E = 12 V$ ، قاطعة تنلق القاطعة عند  $t = 0$  ونتابع تطور شدة التيار خلال الزمن فنحصل على البيان (1)

1. مثل مخطط الدارة .  
2. أكتب العبارة الحرفية لشدة التيار المار بالدائرة في النظام الدائم وأحسب قيمته العددية ثم أحسب قيمة  $\tau$  .

3 - أوجد من البيان ثابت الزمن  $\tau$  ثم أحسب  $L$  .  
4 . من أجل قيم مختلفة لذاتية الوشيعة نحصل على قيم موافقة لثابت الزمن ممثلة في البيان (2)

أ - أكتب العبارة البيانية .  
ب - من الدراسة النظرية عبر عن  $\tau$  بدلالة  $L$  .  $R$  .  $r$  .  
ج - هل نتائج هذه التجربة تتفق مع المعطيات .

#### التمرين 05 :

في حصة للأعمال المخبرية ، اقترح الأستاذ على تلاميذه مخطط الدارة الممثلة في (الشكل-1) لدراسة ثنائي القطب  $RC$  تتكون الدارة من العناصر الكهربائية التالية

- مولد توتره الكهربائي ثابت  $E = 12V$

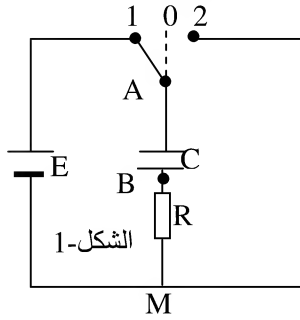
- مكثفة (غير مشحونة) سعتها  $C = 1,0 \mu F$

- ناقل أومي مقاومته  $R = 5 \times 10^3 \Omega$

- بادلة  $K$

1- نجعل البادلة في اللحظة  $(t = 0)$  على الوضع (1). / ماذا يحدث للمكثفة ؟

ب/ كيف يمكن عمليا مشاهدة التطور الزمني للتوتر الكهربائي  $u_{AB}$  ؟



ج/ بين أن المعادلة التفاضلية التي تحكم إشتغال الدارة الكهربائية عباتها :  $RC \frac{du_{AB}}{dt} + u_{AB} = E$

د/ أعط عبارة  $(\tau)$  الثابت المميز للدائرة ، وبين بإستعمال التحليل البعدي أنه يقدر بالثانية في النظام الدولي للوحدات (SI).

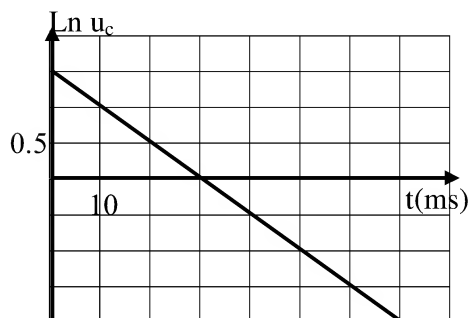
هـ/ بين أن المعادلة التفاضلية السابقة (1-ج) تقبل العبارة :  $u_{AB} = E \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$  حلا لها .

و/ أرسم شكل المنحنى البياني الممثل للتوتر الكهربائي  $u_{AB} = f(t)$  وبين كيفية تحديد  $(\tau)$  من البيان.

ي/ قارن بين قيمة التوتر  $u_{AB}$  في اللحظة  $t = 5\tau$  و  $E$ . ماذا تستنتج ؟

2- بعد الإنتهاء من الدراسة السابقة ، نجعل البادلة في الوضع (2).

أ/ ماذا يحدث للمكثفة ب/ أحسب قيمة الطاقة الأعظمية المحولة في الدارة الكهربائية .



#### التمرين 06 :

دائرة كهربائية تحتوي على التسلسل مكثفة ومولد قوته المحركة  $E$  وناقل أومي قيمته  $R = 10 K\Omega$  وقاطعة.

إذا علمت أن المكثفة مشحونة في البداية

a / أرسم مخططا للدائرة يمكن من تفريغ هذه المكثفة.

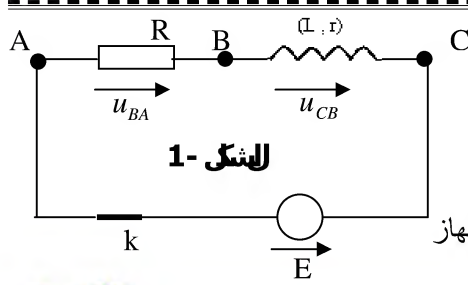
b / صل الدارة براسم اهتزاز مهبطي للحصول على تغيرات  $U_c = f(t)$

مثل كيفيا هذا البيان

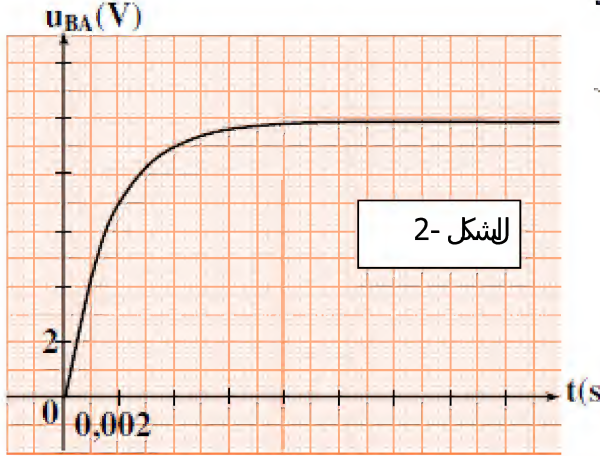
c / تعطي المعادلة التفاضلية أثناء التفريغ بالشكل  $\alpha \frac{du}{dt} + u = 0$

\* تحقق أن حلها من الشكل  $u = Ee^{\frac{-t}{\tau}}$  عين  $\alpha$   
يمثل البيان تغيرات  $\ln u_c = f(t)$

1 / أوجد العبارة البيانية 2 / أوجد قيمة ثابت الزمن  $\tau$  واحسب C 3 / أوجد قيمة E للمولد



الشكل 1-



الشكل 2-

## التمرين 07 :

تحتوي الدارة الكهربائية المبينة في الشكل- 1 على :

- مولد توتره الكهربائي ثابت  $E = 12V$ .

- ناقل أومي مقاومته  $R = 10\Omega$  - وشيعة ذاتيتها  $L$  ومقاومتها  $r$  - قاطعة  $k$

1- نستعمل راسم إهتزاز مهبطي ذي ذاكرة ، لإظهار التوترين  $(u_{BA})$  و  $(u_{CB})$   
بين على مخطط الدارة الكهربائية، كيف يتم ربط الدارة الكهربائية بمدخل هذا الجهاز

2- نغلق القاطعة  $k$  في اللحظة  $t = 0$  يمثل الشكل-3

المنحنى :  $u_{BA} = f(t)$  المشاهد على شاشة راسم الإهتزاز المهبطي

عندما تصبح الدارة في حالة النظام الدائم أوجد قيمة :

أ/ التوتر الكهربائي  $(u_{BA})$ .

ب/ التوتر الكهربائي  $(u_{CB})$ .

ج/ الشدة العظمى للتيار المار في الدارة .

3- بالاعتماد على البيان الشكل-2 . إستنتج :

أ/ قيمة  $(\tau)$  ثابت الزمن المميز للدارة .

ب/ مقاومة وذاتية الوشيعة .

4- أحسب الطاقة الأعظمية المخزنة في الوشيعة .

## التمرين 08 :

بغرض معرفة سلوك ومميزات وشيعة مقاومتها  $(r)$  وذاتيتها  $(L)$  ، نربطها على التسلسل بمولد ذي توتر كهربائي ثابت.

$E = 4,5V$  و قاطعة  $K$  الشكل-1.

1- انقل مخطط الدارة على ورقة الإجابة وبين عليه جهة مرور التيار الكهربائي وجهتي السهمين الذين يمثلان التوتر الكهربائي بين طرفي الوشيعة وبين طرفي المولد .

2- في اللحظة  $t = 0$  نغلق القاطعة  $(K)$

أ/ بتطبيق قانون جمع التوترات ، أوجد المعادلة التفاضلية التي تعطي الشدة اللحظية  $i(t)$  للتيار الكهربائي المار في الدارة.

ب/ بين أن المعادلة التفاضلية السابقة تقبل حلا من الشكل

$$i(t) = I_0 \left( 1 - e^{-\frac{r}{L}t} \right) \text{ حيث } I_0 \text{ الشدة العظمى للتيار الكهربائي المار في الدارة.}$$

3- تعطى الشدة اللحظية للتيار الكهربائي بالعبارة  $i(t) = 0,45(1 - e^{-10t})$  حيث  $t$  بالثانية و  $i$  بالأمبير.

أحسب قيم المقادير الكهربائية التالية :

أ/ الشدة العظمى  $I_0$  للتيار الكهربائي المار في الدارة.

ب/ المقاومة  $(r)$  للوشيعة . ج/ الذاتية  $(L)$  للوشيعة .

4- أ/ ماقيمة الطاقة المخزنة في الوشيعة في حالة النظام الدائم ؟

ب/ أكتب عبارة التوتر الكهربائي اللحظي بين طرفي الوشيعة .

ج/ أحسب قيمة التوتر الكهربائي بين طرفي الوشيعة في اللحظة  $(t = 0,3s)$

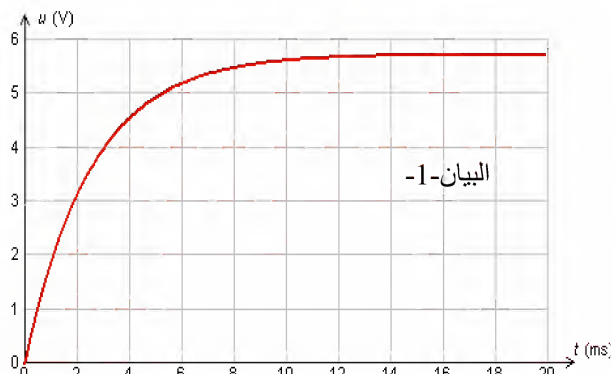
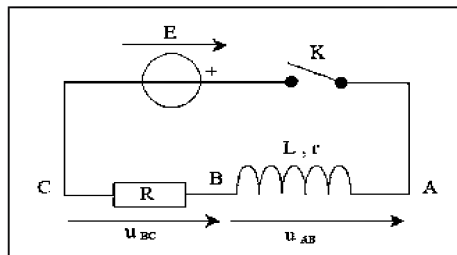
## التمرين 09 :

تحتوي دارة كهربائية على : مولد مثالي للتوتر المستمر قوته المحركة الكهربائية  $E = 6V$  ، قاطعة  $K$  ، وشيعة مقاومتها

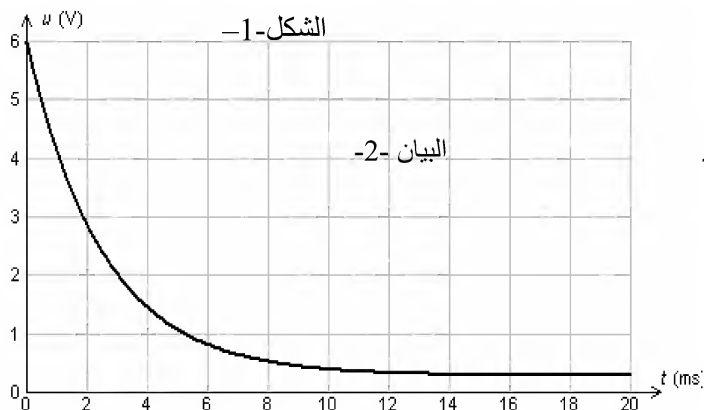
الداخلية  $r = 10\Omega$  وذاتيتها  $L$  ، ناقل أومي مقاومته  $R = 200\Omega$  ، تتركب هذه الأجهزة كما هو مبين على الشكل-1-

يسمح لنا جهاز كمبيوتر مربوط بهذه الدارة عن طريق بطاقة معلومات ذكية بمشاهدة تطور التوترين الكهربائيين  $U_{BC}$  ،  $U_{AB}$  .

في اللحظة  $t = 0$  نغلق القاطعة و عندها يبدأ التسجيل فنحصل على البيانيين 1 و 2 المبينين.



البيان-1



الشكل-1

البيان-2

1- أ/ ما هو جهاز القياس الذي يمكنه تعويض جهاز الكمبيوتر

ب / أعط عبارة  $U_{AB}$  بدلالة  $i$  ،  $di/dt$  .

ج / أعط عبارة  $U_{BC}$  بدلالة  $i$  .

د / ما هو المنحنى الذي يوافق كل توتر من التوترين

2 - أ / باستعمال قانون جمع التوترات أوجد عبارة

شدة التيار  $I_0$  التي تجتاز الدارة في النظام الدائم ،

و أحسب قيمته .

ب / باستعمالك لأحد البيانيين أوجد بيانيا قيمة  $I_0$  .

ج / أوجد ثابت الزمن  $\tau$  الخاص بهذه الدارة بيانيا من أحد المنحنيين مبينا طريقة العمل .

د / أعط عبارة ثابت الزمن  $\tau$  ، مبينا باستعمال التحليل البعدي أن وحدة  $\tau$  هي وحدة الزمن

هـ / استنتج قيمة الذاتية  $L$  للشريحة المدروسة

### التمرين 10 :

لدينا مكثف سعتها  $C = 1.0 \times 10^{-1} \mu F$  مشحونة مسبقا بشحنة كهربائية

مقدارها  $q = 0.6 \times 10^{-6} C$  و ناقل أومي مقاومته  $R = 15 k \Omega$ .

نحقق دائرة كهربائية على التسلسل باستعمال المكثف والناقل الأومي و قاطعة  $K$ .

في اللحظة  $t = 0$  نغلق القاطعة :

1- أرسم مخطط الدارة الموصوفة سابقا.

2- مثل على المخطط جهة مرور التيار الكهربائي في الدارة .

3- أوجد علاقة بين  $u_c$  و  $u_r$ .

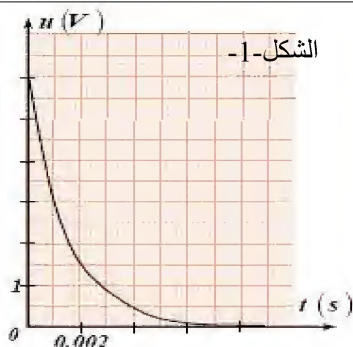
4- بالاعتماد على قانون جميع التوترات ، أوجد المعادلة التفاضلية بدلالة  $u_c$  .

5- إن حل المعادلة التفاضلية السابقة هو من شكل:  $u_c = a e^{bt}$  حيث  $a$  و  $b$  ثابتين يطلب تعيين قيمة كل منها .

1- أكتب العبارة الزمنية للتوتر  $u_c$ .

2- إن العبارة الزمنية  $u_c = f(t)$  تسمح برسم البيان (الشكل -1)

إشرح على البيان الطريقة المتبعة للتأكد من القيم المحسوبة سابقا (السؤال - 5).



الشكل-1

### التمرين 11 :

لتكن لدينا الدارة المبينة بالشكل :

- مكثف سعتها  $C$  ومقاومات  $R_1$  ،  $R_2$

- مولد للتيار قوته المحركة الكهربائية  $E$  ،

- نضع القاطعة في الوضع 1

بواسطة حاسوب مع واجهة دخول تسمح بمشاهدة المنحنيات البيانية التالية :

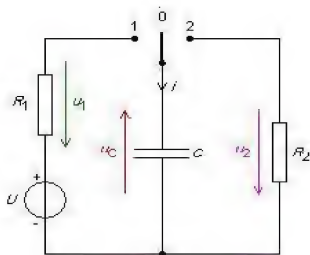
1 - تعرف على البيانيين.

2 - بين على المخطط كيفية التوصيل لمشاهدة التوترين الممثلين في البيانيين

3 - اكتب المعادلة التفاضلية - التي يخضع لها التوتر بين طرفي المكثف

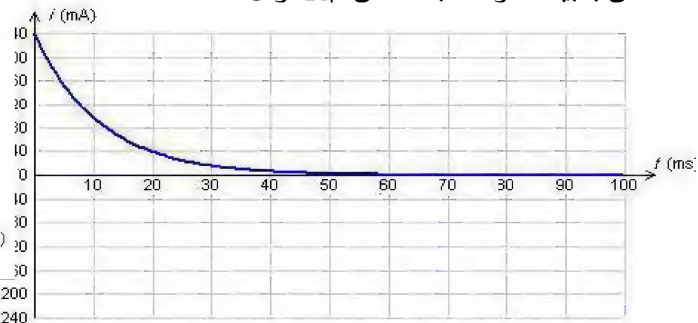
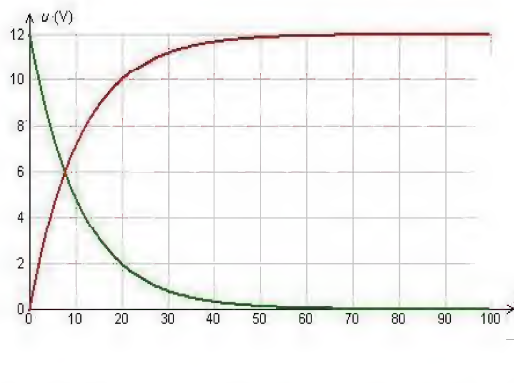
- التي يخضع لها التوتر بين طرفي الناقل الأومي  $R_1$

4 -تحقق أن حل المعادلة التفاضلية من الشكل  $U_c = E(1 - e^{-t/\tau})$



5 - اكتب عبارة شدة التيار  $i(t)$  بدلالة  $I_0$  و  $t$  و  $\tau$

6 - استعن بالبيانات واحسب كل من  $R_1$  و  $C$



### التمرين 12 :

دائرة كهربائية تتكون على التسلسل من وشيعة  $(L, r)$  وناقل أومي

مقاومته  $R = 90\Omega$  ومولد قوته المحركة الكهربائية  $E = 6V$  وقاطعة  $K$

كما في الشكل (1). نغلق القاطعة عند  $t = 0$ .

1- بتطبيق قانون التوترات أكتب المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار  $i$ .

- أثبت أن هذه المعادلة تقبل حلا من الشكل  $i(t) = A(1 - e^{-Bt})$  حيث :  $A$  و  $B$  ثابت.

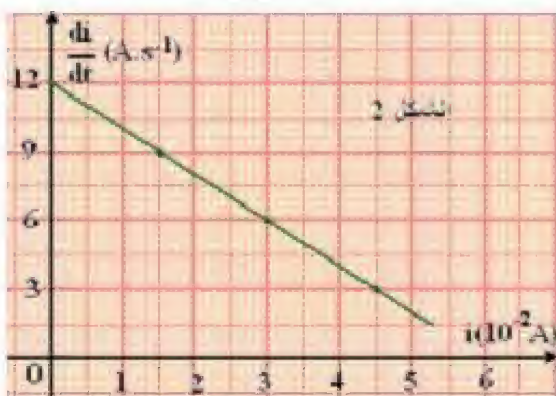
2 - يمثل منحنى الشكل (2) تغيرات  $\frac{di}{dt}$  بدلالة

التيار  $i$  أي  $\frac{di}{dt} = f(i)$ .

أ - أكتب العبارة البيانية.

ب - باستخدام العبارة البيانية والعبارة المستخرجة في السؤال (1) استنتج كل من الذاتية  $L$  والمقاومة  $r$  للوشيعة.

ج - عبر بدلالة  $R, r, E$  عن  $I_0$  شدة التيار في النظام الدائم ثم احسبه



### التمرين 13 :

دائرة كهربائية تحتوي على التسلسل وشيعة صافية ومولد مثالي قوته المحركة  $E$  وناقل أومي قيمته  $R = 20\Omega$  وقاطعة.

I - 1 / أرسم مخططا للدائرة موضحا جهة التيار وجهة التوتر بين طرفي الوشيعة وناقل أومي.

2 / صل الدائرة براسم اهتزاز مهبطي للحصول علي تغيرات  $U_L = f(t)$

اثناء غلق الدارة (القاطعة) مثل كيفيا هذا البيان

3 / تعطي المعادلة التفاضلية اثناء فتح الدارة (القاطعة) بالشكل :  $A \frac{di}{dt} + i = 0$

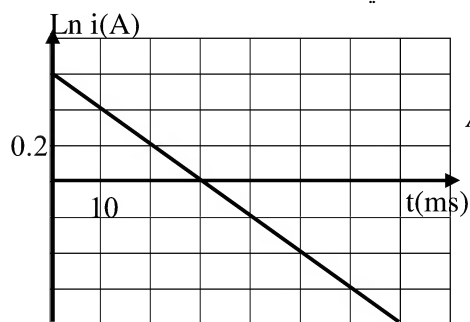
\* تحقق أن حلها من الشكل  $i = I_0 e^{-\frac{t}{A}}$  أكتب عبارة المقدار  $A$

II - يمثل البيان تغيرات  $\ln i = f(t)$

1 / أوجد العبارة البيانية الموافقة للبيان

2 / أوجد قيمة ثابت الزمن  $\tau$  واحسب  $L$

3 / أوجد قيمة  $E$  للمولد



### التمرين 14 :

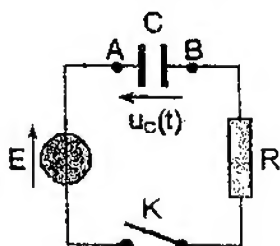
I / نعتبر الدارة الكهربائية التالية :

نغلق القاطعة في اللحظة  $t = 0$

1-1 / بين الهدف من هذا التركيب معلا جوابك.

2-1 / عين منحنى التيار الكهربائي في الدارة مع التعليل.

3-1 / أعط شحنة كل لبوس مع التعليل.





4-1) مثل بسهم التوتر  $U_R$  بين طرفي الناقل الأومي ، ثم أعط العلاقة التي تعبر عن قانون أوم بالنسبة لناقل أومي .

$$(5-1) \text{ بين أن : } U_R = RC \frac{du_c}{dt}$$

(II) 1-2) أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $U_c(t)$  .

(2-2) حل المعادلة التفاضلية يكتب كما يلي :  $u_c(t) = A(1 - e^{-\alpha t})$  . حدد كل من  $A$  ،  $\alpha$  ثم استنتج عبارة  $u_c(t)$

(III) نشاهد على راسم الاهتزازات التوتر  $u_c(t)$  بدلالة الزمن فنحصل على المنحنى التالي:

1-3) عرف ثابت الزمن لثنائي القطب  $RC$  ، ثم حدد قيمته بيانيا معللا إجابتك؟

2-3) علما أن مقاومة الناقل الأومي المستعمل  $R = 10k\Omega$  استنتج قيمة السعة  $C$  .

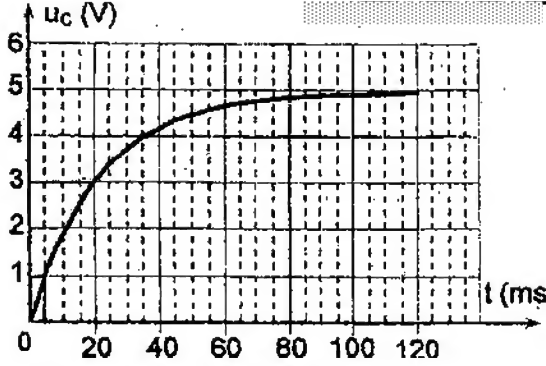
3-3) لتكن  $t_1$  و  $t_2$  بالتتابع اللحظتان اللتان يصل فيهما التوتر  $u_c(t)$

لـ : 20% و 60% من قيمته الأعظمية . عين بيانيا  $t_1$  و  $t_2$

و أحسب زمن الصعود حيث :  $t_m = t_2 - t_1$

4-3) علما أن  $\ln 2 = \frac{t_m}{\tau}$  . استنتج قيمة  $C$  وقارنها بالقيمة

المحصل عليها بيانيا



### التمرين 15 :

مكتفة كتيها عليها من  $C = 150\mu F$  موصولة بمقاومة  $R$  ذات قيمة كبيرة ربطت المجموعة بمولد توتره  $E = 12 V$  عند اللحظة  $t = 0$  نغلق الدارة ونسجل قيم شدة التيار الكهربائي المار في الدارة خلال كل 10s فنحصل على النتائج المدونة في الجدول المقابل .

1 - المكتفة فارغة في اللحظة  $t = 0$  عين قيمة المقاومة  $R$  .

2 - أرسم المنحنى  $i = f(t)$  ثم أكتب عبارة شدة التيار  $i$  الموافقة لهذا البيان .

3 - أحسب شدة التيار من أجل  $t = \tau$  .

4 - عين من البيان قيمة  $\tau$  ثم استنتج سعة المكتفة  $C$

5 - قارن بين القيمة المتحصل عليها والقيمة المكتوبة على المكتفة من طرف المصنع .

t(s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
i(μA)	54	40.6	30.6	23	17.4	13.1	9.8	7.3	5.6	4.2

### التمرين 16 :

لدراسة شحن وتفريغ مكتفة عبر ناقل أومي  $R_{TOT} = 2R$  نحقق التركيب التجريبي التالي .

#### I- شحن المكتفة

يسري المولد في الدارة تيارا شدته  $I = 0,33mA$  ، البيان التالي يعطي

تغيرات شحنة المكتفة  $q$  بدلالة التوتر بين طرفيها  $u_c$  .

1- أوجد من البيان قيمة سعة المكتفة  $C$  .

2- إن القيمة المعطاة من طرف الصانع هي  $C = 1mF$  بدقة 20% .

- هل القيمة المتحصل عليها تتوافق مع ما أعطاه الصانع ؟

3- قارن بين الطاقة المخزنة من طرف المكتفة خلال نفس المدة  $7,5s$

وهذا عندما نشحنها بتيار شدته  $I = 0,330mA$  و  $I' = 0,165mA$

#### II- تفريغ المكتفة

عندما يصل التوتر بين طرفي المكتفة إلى القيمة  $u = u_0 = 6,4V$

، نغير وضع البادلة من 2 إلى 1 نأخذ هذه اللحظة كمبدأ جديد للأزمنة .

1- أحسب الطاقة المخزنة في المكتفة خلال الشحن .

2- أوجد المعادلة التفاضلية التالية :  $\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{2RC} u_c = 0$  .

3- إعتادا على ما درسته ، أعط حل لهذه المعادلة .

4- ما قيمة التوتر بين طرفي المكتفة عند  $t = \tau$  ؟

5- نريد تفريغ المكتفة بسرعة ، أجب علينا استخدام ناقل مقاومته كبيرة أو صغيرة ؟

